

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-135400

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 09-299775

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 31.10.1997

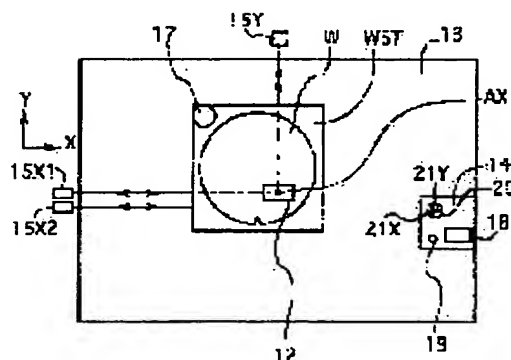
(72)Inventor : TANIGUCHI TETSUO

(54) EXPOSURE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To downsize a stage for positioning a reticle or a wafer, after maintaining a condition of exposure light or a function of measuring an imaging performance.

SOLUTION: A wafer W is mounted on a wafer stage WST, which is so provided as to freely move to an X-direction and to a Y direction on a fixed plate 13, a pattern image of a reticle is exposed within an exposure region 12 on the wafer W and the exposure is performed by sweeping the reticle and the wafer toward the Y-direction. A stage 14 for measuring is provided freely movable in to the X-direction and to the Y-direction on the fixed plate 13 independently of the wafer stage WST and a space image detecting system, including a radiating amount monitor 18, a radiating unevenness sensor 19 and a measuring board 20, through which a slit is formed is installed on the stage 14 for measuring. Since the wafer stage WST may be provided with a minimum functions which are only required for making the exposure, the wafer stage can be downsized and made light-weight.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-135400

(43)公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 6 B

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

H 0 1 L 21/30

5 1 6 C

5 1 8

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平9-299775

(22)出願日

平成9年(1997)10月31日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 谷口 哲夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

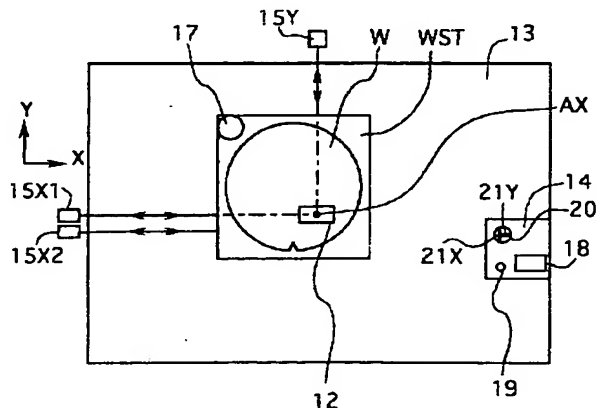
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【課題】 露光光の状態、又は結像特性を計測する機能を維持した上で、レチクル、又はウエハを位置決めするためのステージを小型化する。

【解決手段】 定盤13上にX方向、Y方向に移動自在に配置されたウエハステージWST上にウエハWが載置され、ウエハW上の露光領域12内にレチクルのパターン像が露光され、レチクル及びウエハWをY方向に走査することで露光が行われる。定盤13上にウエハステージWSTとは独立にX方向、Y方向に移動自在に計測用ステージ14が配置され、計測用ステージ14上に照射量モニタ18、照度むらセンサ19、及びスリットが形成された測定板20を含む空間像検出系が設置されている。ウエハステージWSTは露光に必要な最小限の機能を備えればよいから、ウエハステージWSTが小型化、軽量化できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記マスクと前記基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記第 1 のステージとは独立した第 2 のステージと、該第 2 のステージに取り付けられて前記露光ビームの状態を計測する計測装置と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記第 2 のステージは、前記第 1 のステージとは独立に移動自在に配置されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記露光ビームが照射される位置と前記露光ビームが照射されない位置との間で前記第 1 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載の露光装置であって、前記露光ビームが照射される位置と前記露光ビームが照射されない位置との間で前記第 2 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記第 1 のステージが前記露光ビームを照射される位置に有るときに、前記第 2 のステージを前記露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記基板を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記第 1 のステージとは独立した第 2 のステージと、該第 2 のステージ上に配置されて前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記第 2 のステージは、前記第 1 のステージとは独立に移動自在に配置されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 8】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記投影光学系による露光領域内の位置と、該露光領域の外側の所定の位置との間で前記第 1 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 9】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記投影光学系による露光領域内の位置と、該露光領域の外側の所定の位置との間で前記第 2 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 10】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記露光ビームの状態を計測する計測装置が配置されたステージと、該ステージに備えられ前記計測装置を冷却する冷却装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 11】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置が配置されたステージと、該ステージに備えられ前記計測装置を冷却する冷却装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 12】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記マスクと前記基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記露光ビームの状態を計測する計測装置が搭載された第 2 のステージと、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとの間に配置され、前記第 2 のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載の露光装置であって、前記断熱部材は、熱伝導率の低い固体材料、又は温度調整された気体であることを特徴とする露光装置。

【請求項 14】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記基板を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置が搭載された第 2 のステージと、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとの間に配置され、前記第 2 のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 15】 請求項 14 記載の露光装置であって、前記断熱部材は、熱伝導率の低い固体材料、又は温度調整された気体であることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程で、マスクパターンを感光性の基板上に転写するために使用される露光装置に関し、特に露光ビームの状態、又は結像特性等を計測するための計測装置を備えた露光装置に使用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等を製造する際に、所定の露光光のもとでマスクとしてのレチクルのパターンを投影光学系を介してレジストの塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写する工程で、従来は一括露光型の投影露光装置（ステッパー）が多用されていた。最近では、投影光学系を大型化することなく大面積のレチクルのパターンを高精度に転写するために、レチクル及びウエハを投影光学系に対して同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置（走査型露光装置）も注目されている。

【0003】これらの露光装置では、常に適正な露光量で、且つ高い結像特性を維持した状態で露光を行う必要があるため、レチクルの位置決めを行うレチクルステージ、又はウエハの位置決めを行うウエハステージには、露光光の照度等の状態、及び投影倍率等の結像特性を計測するための計測装置が備えられている。例えばウエハステージに備えられている計測装置としては、投影光学系に対する露光光の入射エネルギーを計測するための照射量モニタ、及び投影像の位置やコントラスト等を計測するための空間像検出系等がある。一方、レチクルステージ上に備えられている計測装置としては、例えば投影光学系の結像特性計測用に用いられる指標マークが形成された基準板がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の露光装置においては、レチクルステージ、又はウエハステージに設けられた計測装置を用いて、露光量の適正化が図られると共に、高い結像特性が維持されていた。これに対して、最近の露光装置には、半導体素子等を製造する際の露光工程のスループット（生産性）を高めることも要求されている。スループットを向上させるための方法としては、単位時間当たりの露光エネルギーを増加させる方法の他に、ステージの駆動速度を大きくして、一括露光型ではステッピング時間を短縮し、走査露光型ではステッピング時間及び走査露光時間を短縮する方法がある。

【0005】このようにステージの駆動速度を向上させるには、ステージ系が同じ大きさである場合にはより大きい出力の駆動モータを使用すればよく、逆に従来と同じ出力の駆動モータで駆動速度を向上させるには、ステージ系を小型化、軽量化する必要がある。ところが、前者のようにより大きい出力の駆動モータを使用すると、その駆動モータから発生する熱量が増大する。このように増大する熱量は、ステージ系の微妙な熱変形を生じて、露光装置で要求されている高い位置決め精度が得られなくなる恐れがある。そこで、位置決め精度の劣化を防止して、駆動速度を向上するには、後者のようにステージ系をできるだけ小型化、軽量化することが望まれる。

【0006】特に、走査露光型の露光装置では、駆動速度の向上によって走査露光時間も短縮されてスループットが大きく改善されると共に、ステージ系の小型化によってレチクルとウエハとの同期精度も向上して、結像性能や重ね合わせ精度も向上するという大きな利点がある。ところが、従来のようにレチクルステージ、又はウエハステージに各種計測装置が備えられている場合には、ステージを小型化するのは困難である。

【0007】更に、レチクルステージ、又はウエハステージに露光光の状態、又は結像特性等を計測するための計測装置が備えられている場合、その計測装置には通常

アンプ等の熱源が付属していると共に、計測中に露光光の照射によってその計測装置の温度が次第に上昇する。その結果、レチクルステージ、又はウエハステージが微妙に熱変形して、位置決め精度や重ね合わせ精度等が劣化する恐れもある。現状では、計測装置の温度上昇による位置決め精度等の劣化は僅かなものであるが、今後、半導体素子等の回路パターンが一層微細化するにつれて、計測装置の温度上昇の影響を抑制する必要性が高まると予想される。

【0008】本発明は斯かる点に鑑み、露光光の状態、又は結像特性を計測する機能を維持した状態で、レチクル、又はウエハを位置決めするためのステージを小型化できる露光装置を提供することを第1の目的とする。更に本発明は、露光光の状態、又は結像特性を計測する計測装置を備えると共に、その計測装置を使用して計測する際の温度上昇の悪影響を軽減できる露光装置を提供することを第2の目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の露光装置は、マスク（R）に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板（W）上に転写する露光装置において、そのマスクとその基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第1のステージ（RST；WST）と、その第1のステージとは独立した第2のステージ（5；14）と、この第2のステージに取り付けられてその露光ビームの状態を計測する計測装置（6；18）と、を備えたものである。

【0010】斯かる本発明によれば、本来の露光に使用するその第1のステージには露光に必要な最小限の機能のみを持たせることによって、その第1のステージの大きさは必要最小限にできるため、ステージの小型化、軽量化が可能になる。一方、露光に直接必要がなく、露光ビームの照度等の状態を計測する計測装置は、別の第2のステージに搭載されるため、露光ビームの状態も計測できる。

【0011】この場合、その計測装置の一例は、露光ビームの全体のパワーを計測する光電センサ、又はその露光ビームの照度分布を計測する照度むらセンサ等である。また、その第2のステージは、一例として例えばその第1のステージの移動面上で、その第1のステージとは独立に移動自在に配置されているものである。このとき、その第1のステージの代わりにその第2のステージを配置することによって、マスク、又は基板が実際に配置される面の近傍での露光ビームの状態が計測できる。

【0012】また、その露光ビームが照射される位置とその露光ビームが照射されない位置との間でその第1のステージを移動させる制御装置（10）を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第1のステージが露光ビームの照射位置から待避される。また、その露光ビームが照射される位置とその露光ビームが照射されな

10

20

30

40

50

い位置との間でその第2のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。これによって、計測時にはその第2のステージの計測装置が露光ビームの照射位置に移動する。

【0013】また、その第1のステージがその露光ビームを照射される位置に有るときに、その第2のステージをその露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置(10)を備えることが望ましい。これによって、露光時、及び計測時に2つのステージを効率的に使い分けられる。次に、本発明による第2の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(P

L)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その基板を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST)と、その第1のステージとは独立した第2のステージ(14)と、この第2のステージ上に配置されてその投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20)と、を備えたものである。

【0014】斯かる本発明によれば、本来の露光に使用するその第1のステージには露光に必要な最小限の機能のみを持たせることによって、その第1のステージの小型化、軽量化が可能になる。一方、露光に直接必要がなく、ディストーション等の結像特性を計測する計測装置は、別の第2のステージに搭載されるため、結像特性も計測できる。

【0015】この場合、その計測装置の一例は、投影像の位置センサ、計測用指標マーク、又は計測用基準面等である。また、その第2のステージは、一例として例えばその第1のステージの移動面上で、その第1のステージとは独立に移動自在に配置されているものである。このとき、その第1のステージの代わりにその第2のステージを配置することによって、その基板が実際に配置される面での結像特性が計測できる。

【0016】また、その投影光学系による露光領域内の位置と、この露光領域の外側の所定の位置との間でその第1のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第1のステージが露光領域から待避される。同様に、その投影光学系による露光領域内の位置と、この露光領域の外側の所定の位置との間でその第2のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第2のステージの計測装置が露光領域に移動する。

【0017】次に、本発明の第3の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板(W)上に転写する露光装置において、その露光ビームの状態を計測する計測装置(18, 19)が配置されたステージ(41)と、このステージに備えられてその計測装置を冷却する冷却装置(44, 45A, 45B)と、を有するものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して露光ビームの照度等を計測する際に

その計測装置が温度上昇しても、その冷却装置によって冷却されるため、露光部にはその温度上昇の影響が及ばない。

【0018】次に、本発明の第4の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(P L)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20, 42, 43)が配置されたステージ(41)と、このステージに備えられてその計測装置を冷却する冷却装置(44, 45A, 45B)と、を有するものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して結像特性を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、その冷却装置によって冷却されるため、露光部にはその温度上昇の影響が及ばない。

【0019】次に、本発明の第5の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板(W)上に転写する露光装置において、そのマスクとその基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST; 41A)と、その露光ビームの状態を計測する計測装置(18, 19)が搭載された第2のステージ(14; 41Aa)と、その第1のステージとその第2のステージとの間に配置され、その第2のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材(48)と、を備えたものである。斯かる本発明によれば、その計測装置が熱源を含んでいても、又はその計測装置を使用して露光ビームの照度等を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、その断熱部材によって熱伝導が阻害され、露光部にはその熱源や温度上昇の影響が及ばない。

【0020】この場合、その断熱部材の一例は、熱伝導率の低い固体材料(48)、又は温度調整された気体である。温度調整された気体としては、空調されている気体等が使用される。次に、本発明の第6の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(P L)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その基板を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST; 41A)と、その投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20)が搭載された第2のステージ(14; 41Aa)と、その第1のステージとその第2のステージとの間に配置され、その第2のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材(48)と、を備えたものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して結像特性を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、又はその計測装置が熱源を含んでいても、その断熱部材によって熱伝導が阻害されるため、露光部にはその温度上昇等の影響が及ばない。

【0021】この場合も、その断熱部材の一例は、熱伝導率の低い固体材料(48)、又は温度調整された気体である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第 1 の実施の形態につき図 1 ～図 4 を参照して説明する。図 1 は本例で使用するステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置を示し、この図 1 において露光時には、露光光源、ビーム整形光学系、照度分布均一化用のフライアイレンズ、光量モニタ、可変開口絞り、視野絞り、及びリレーレンズ系等を含む照明系 1 から射出された露光光 I L は、ミラー 2、及びコンデンサレンズ 3 を介してレチクル R のパターン面（下面）のスリット状の照明領域を照明する。露光光 I L としては、K r F（波長 2 4 8 n m）、若しくは A r F（波長 1 9 3 n m）等のエキシマレーザ光、Y A G レーザの高調波、又は水銀ランプの i 線（波長 3 6 5 n m）等が使用できる。照明系 1 内の可変開口絞りを切り換えることによって、通常の照明方法、輪帯照明、いわゆる変形照明、及び小さいコヒーレンスファクタ（ σ 値）の照明等の内の所望の照明方法を選択できるように構成されている。露光光源がレーザ光源である場合には、その発光タイミング等は装置全体の動作を統制制御する主制御系 1 0 が、不図示のレーザ電源を介して制御する。

【0 0 2 3】レチクル R のその露光光 I L による照明領域 9（図 3 参照）内のパターンの像は、投影光学系 P L を介して投影倍率 β （ β は、 $1/4$ 倍、又は $1/5$ 倍等）で縮小されて、フォトレジストが塗布されたウエハ W 上のスリット状の露光領域 1 2 に投影される。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で走査露光時のレチクル R 及びウエハ W の走査方向に直交する非走査方向（即ち、図 1 の紙面に垂直な方向）に沿って X 軸を取り、走査方向（即ち、図 1 の紙面に平行な方向）に沿って Y 軸を取って説明する。

【0 0 2 4】先ず、ウエハ W のアライメント用のオフ・アクシス方式で画像処理方式のアライメントセンサ 1 6 が投影光学系 P L に隣接して設けられており、アライメントセンサ 1 6 の検出信号が主制御系 1 0 内のアライメント処理系に供給されている。アライメントセンサ 1 6 は、ウエハ W 上に形成されている位置合わせ用のマーク（ウエハマーク）等の位置検出を行うために使用される。アライメントセンサ 1 6 の検出中心と投影光学系 P L によるレチクル R の投影像の中心との間隔（ベースライン量）は予め高精度に求められて、主制御系 1 0 内のアライメント処理系に記憶されており、アライメントセンサ 1 6 の検出結果、及びそのベースライン量よりウエハ W の各ショット領域とレチクル R の投影像とが高精度に重ね合わせられる。不図示であるが、レチクル R の上方にはレチクル R 上のアライメントマークを検出するためのレチクルアライメント顕微鏡が配置されている。

【0 0 2 5】次に、レチクル R は、レチクルステージ R S T 上に真空吸着によって保持され、レチクルステージ R S T は、Y 方向に平行に配置された 2 本のガイド 4 A 及び 4 B 上にエアベアリングを介して Y 方向に移動自

在に載置されている。更に本例では、ガイド 4 A 及び 4 B 上に、レチクルステージ R S T とは独立にエアベアリングを介して Y 方向に移動自在に計測用ステージ 5 が載置されている。

【0 0 2 6】図 3 は、レチクルステージ R S T 及び計測用ステージ 5 を示す平面図であり、この図 3 において、Y 方向（走査方向）に伸びたガイド 4 A 及び 4 B に沿って、それぞれ不図示のリニアモータ等によって Y 方向に駆動されるようにレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が載置されている。ガイド 4 A、4 B の長さは、走査露光時のレチクルステージ R S T の移動ストロークよりも、少なくとも計測用ステージ 5 の幅分だけ長く設定されている。また、レチクルステージ R S T は、Y 方向に移動する粗動ステージと、この粗動ステージ上で 2 次元的な位置が微調整できる微動ステージとを組み合わせて構成されている。

【0 0 2 7】そして、計測用ステージ 5 上に X 方向に細長いガラス板よりなる基準板 6 が固定され、基準板 6 上に投影光学系 P L の結像特性計測用の複数の指標マーク I M が所定の配置で形成されている。基準板 6 は、レチクル R に対する露光光のスリット状の照明領域 9、より正確には投影光学系 P L のレチクル R 側の視野を覆うことができるだけの大きさを備えている。基準板 6 を使用することで、結像特性計測用の専用レチクルを用意しておく必要がなく、且つ、実露光用のレチクル R とその専用レチクルとの交換時間も不要となるため、結像特性を高頻度に計測でき、投影光学系 P L の経時変化に正確に追従することができる。

【0 0 2 8】このように本例では、基準板 6 用の計測用ステージ 5 が独立に設けられ、本来のレチクルステージ R S T 上には、レチクル R の他に計測用の部材は搭載されていない。即ち、レチクルステージ R S T は、走査露光のために必要最小限の走査、及び位置決め機能のみを備えればよい。従って、レチクルステージ R S T の小型化、軽量化が実現されている。従って、レチクルステージ R S T をより高速に走査できるため、露光工程のスループットが向上する。特に縮小投影の場合には、レチクルステージ R S T の走査速度はウエハステージの走査速度の $1/\beta$ 倍（例えば 4 倍、5 倍等）になるため、走査速度の上限はレチクルステージではほぼ決定されることがあり、この場合には本例では特にスループットが大きく向上する。

【0 0 2 9】また、ガイド 4 A、4 B に対して +Y 方向に設置されたレーザ干渉計 7 Y からレチクルステージ R S T の +Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、+X 方向に設置された 2 軸のレーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からレチクルステージ R S T の +X 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 7 Y、7 X 1、7 X 2 によってレチクルステージ R S T の X 座標、Y 座標、及び回転角が計測され、計測値が図 1 の主

制御系 1 0 に供給され、主制御系 1 0 はその計測値に基づいてリニアモータ等を介してレチクルステージ R S T の速度や位置を制御する。また、ガイド 4 A、4 B に対して-Y 方向に設置されたレーザ干渉計 8 Y から計測用ステージ 5 の-Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 8 Y によって計測される計測用ステージ 5 の Y 座標が主制御系 1 0 に供給されている。Y 軸のレーザ干渉計 7 Y 及び 8 Y の光軸は、それぞれ Y 方向に沿って照明領域 9 の中心、即ち投影光学系 P L の光軸 A X を通過しており、レーザ干渉計 7 Y 及び 8 Y は、それぞれ常時レチクルステージ R S T 及び計測用ステージ 5 の走査方向の位置を計測している。

【0 0 3 0】そして、結像特性の計測時に、レチクルステージ R S T を+Y 方向に待避させて、基準板 6 が照明領域 9 を覆うように計測用ステージ 5 を Y 方向に移動すると、レーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームがレチクルステージ R S T の側面から外れて計測用ステージ 5 の+X 方向の側面の移動鏡に照射されるようになる。このときにレーザ干渉計 8 Y 及び 7 X 1、7 X 2 から得られる計測値に基づいて、主制御系 1 0 はリニアモータ等を介して計測用ステージ 5 の位置を高精度に制御する。なお、この際に基準板 6 を照明領域 9 に対してより高精度に位置合わせしたい場合には、基準板 6 上にアライメントマークを形成しておき、このマークの位置をレチクルアライメント顕微鏡を用いて検出すればよい。

【0 0 3 1】一方、計測中には、レチクルステージ R S T の非走査方向の位置は計測されないが、露光のためにレチクルステージ R S T が照明領域 9 下に達すれば、再びレーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームがレチクルステージ R S T の移動鏡に照射されるようになる。そして、最終的な位置合わせはレチクルアライメント顕微鏡を用いて行われるため、レーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームが途切れることの不都合は無い。

【0 0 3 2】図 1 に戻り、ウエハ W は不図示のウエハホルダを介してウエハステージ W S T 上に保持され、ウエハステージ W S T は定盤 1 3 上にエアベアリングを介して X 方向、Y 方向に移動自在に載置されている。ウエハステージ W S T には、ウエハ W の Z 方向の位置（フォーカス位置）、及び傾斜角を制御するフォーカス・レベリング機構も組み込まれている。また、定盤 1 3 上にウエハステージ W S T とは別体でエアベアリングを介して X 方向、Y 方向に移動自在に各種の計測装置が備えられた計測用ステージ 1 4 が載置されている。計測用ステージ 1 4 にも、その上面のフォーカス位置を制御する機構が組み込まれている。

【0 0 3 3】図 2 は、ウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 を示す平面図であり、この図 2 において、定盤 1 3 の表面の内部には例えば所定の配列でコイル列が埋め込まれ、ウエハステージ W S T の底面、及び

計測用ステージ 1 4 の底面にはそれぞれヨークと共に磁石列が埋め込まれ、そのコイル列、及び対応する磁石列によってそれぞれ平面モータが構成され、この平面モータによってウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の X 方向、Y 方向の位置、及び回転角が互いに独立に制御されている。なお、平面モータについては、例えば特開平 8 - 5 1 7 5 6 号公報においてより詳細に開示されている。

【0 0 3 4】本例のウエハステージ W S T は、露光に必要な最小限の機能のみを備えている。即ち、ウエハステージ W S T は、フォーカス・レベリング機を備えると共に、ウエハステージ W S T 上には、ウエハ W を吸着保持するウエハホルダ（ウエハ W の底面側）と、ウエハステージ W S T の位置計測用の基準マーク板 1 7 との 2 つの部材が固定されている。基準マーク板 1 7 上には、X 方向、及び Y 方向の位置基準となる基準マーク（不図示）が形成されており、この基準マークの位置をアライメントセンサ 1 6 で検出することによって、ウエハステージ W S T（ウエハ W）の例えばレチクル R の投影像に対する位置関係が検出される。

【0 0 3 5】また、計測用ステージ 1 4 の表面は、ウエハステージ W S T 上のウエハ W の表面とほぼ同じ高さに設定されている。そして、計測用ステージ 1 4 には、投影光学系 P L を通過した露光光の全部の単位時間当たりのエネルギー（入射エネルギー）を計測するための光電センサよりなる照射量モニタ 1 8、投影光学系 P L によるスリット状の露光領域 1 2 内での照度分布を計測するための光電センサよりなる照度むらセンサ 1 9、及び結像特性測定用のスリット 2 1 X、2 1 Y が形成された測定板 2 0 が固定されている。測定板 2 0 の X 軸のスリット 2 1 X、及び Y 軸のスリット 2 1 Y の底面側にはそれぞれ集光レンズ、及び光電センサが配置され、測定板 2 0、及び光電センサ等より空間像検出系が構成されている。なお、そのスリット 2 1 X、2 1 Y の代わりに、矩形開口のエッジを使用してもよい。そして、照射量モニタ 1 8 の受光面は、露光領域 1 2 を覆う大きさに形成されると共に、照度むらセンサ 1 9 の受光部はピンホール状となっており、照射量モニタ 1 8 及び照度むらセンサ 1 9 の検出信号は図 1 の主制御系 1 0 に供給されている。

【0 0 3 6】また、測定板 2 0 の底部の光電センサの検出信号は図 1 の結像特性演算系 1 1 に供給されている。この場合、投影光学系 P L の結像特性の計測時には、図 3 のレチクル側の計測用ステージ 5 上の基準板 6 が照明領域 9 に移動され、基準板 9 に形成されている指標マーク I M の像がウエハステージ側に投影され、その像を計測板 2 0 上のスリット 2 1 X、2 1 Y でそれぞれ X 方向、Y 方向に走査しつつ、底部の光電センサからの検出信号を結像特性演算系 1 1 で取り込む。結像特性演算系 1 1 では、その検出信号を処理してその指標マーク I M

の像の位置、及びコントラスト等を検出し、この検出結果より投影像の像面湾曲、ディストーション、ベストフォーカス位置等の結像特性を求めて主制御系 1 0 に出力する。更に、不図示であるが、投影光学系 P L 内の所定のレンズを駆動して所定のディストーション等の結像特性を補正する機構も設けられており、主制御系 1 0 はこの補正機構を介して投影光学系 P L の結像特性を補正できるように構成されている。

【0037】図 2 において、計測用ステージ 1 4 に備えられている照射量モニタ 1 8、照度むらセンサ 1 9、及び測定板 2 0 の底部の光電センサ等のセンサには、何れもアンプ等の発熱源、及び電源や通信用の信号ケーブルが接続されている。従って、それらのセンサが露光用のウエハステージ W S T に搭載されていると、センサに付随する熱源や信号ケーブルの張力によって位置決め精度等が劣化する恐れがある。また、結像特性等の計測中の露光光の照射による熱エネルギーも位置決め精度の悪化等を招く恐れがある。これに対して本例では、それらのセンサが露光用のウエハステージ W S T から分離された計測用ステージ 1 4 に設けられているため、ウエハステージ W S T を小型化、軽量化できると共に、計測用のセンサの熱源や計測中の露光光の熱エネルギーによる位置決め精度の低下が防止できる利点がある。ウエハステージ W S T の小型化によって、ウエハステージ W S T の移動速度や制御性が向上し、露光工程のスループットが高まると共に、位置決め精度等がより向上する。

【0038】また、定盤 1 3 に対して + Y 方向に設置されたレーザ干渉計 1 5 Y からウエハステージ W S T の + Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、- X 方向に設置された 2 軸のレーザ干渉計 1 5 X 1、1 5 X 2 からウエハステージ W S T の - X 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 1 5 Y、1 5 X 1、1 5 X 2 によってウエハステージ W S T の X 座標、Y 座標、及び回転角が計測され、計測値が図 1 の主制御系 1 0 に供給され、主制御系 1 0 はその計測値に基づいて平面モータを介してウエハステージ W S T の速度や位置を制御する。また、露光光の入射エネルギー等の計測時には、それらの位置計測用のレーザビームは計測用ステージ 1 4 の移動鏡に照射される。

【0039】図 4 は、露光光の入射エネルギー等の計測時のウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の配置の一例を示し、この図 4 に示すようにウエハステージ W S T を露光領域 1 2 から離れた位置に待避させて、露光領域 1 2 が計測用ステージ 1 4 上にかかるように計測用ステージ 1 4 を移動すると、レーザ干渉計 1 5 Y、1 5 X 1、1 5 X 2 からのレーザビームが、ウエハステージ W S T の側面から外れて計測用ステージ 1 4 の側面の移動鏡に照射されるようになる。このときにレーザ干渉計 1 5 Y 及び 1 5 X 1、1 5 X 2 から得られる計測値に基づいて、主制御系 1 0 は平面モータを介して計測用

ステージ 1 4 の位置を高精度に制御する。なお、平面モータをオープンループで駆動することによってもウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の位置は大まかに制御できるため、レーザビームが照射されていない状態では、主制御系 1 0 はウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の位置を平面モータを用いてオープンループ方式で駆動する。但し、レーザ干渉計 1 5 Y、1 5 X 1、1 5 X 2 の他に、ウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の位置を所定精度で検出するためのリニアエンコーダ等を設けておき、レーザビームが照射されていない状態では、それらのリニアエンコーダ等を用いて位置計測を行ってもよい。

【0040】図 1 に戻り、不図示であるが、投影光学系 P L の側面には、ウエハ W の表面の複数の計測点にスリット像を斜めに投影し、その反射光によって再結像されるスリット像の横ずれ量から対応する計測点のフォーカス位置を検出する斜入射方式の焦点位置検出系 (A F センサ) が配置されている。その焦点位置検出系の検出結果に基づいて、走査露光中のウエハ W の表面が投影光学系 P L の像面に合焦される。なお、図 2 では省略しているが、計測用ステージ 1 4 上にはその焦点位置検出系用の基準面を有する基準部材も搭載されている。

【0041】次に、本例の投影露光装置の動作につき説明する。まず、ウエハステージ側の計測用ステージ 1 4 を用いて投影光学系 P L に対する露光光 I L の入射光量を計測する。この場合、レチクル R がロードされた状態での入射光量を計測するために、図 1 において、レチクルステージ R S T 上に露光用のレチクル R がロードされ、レチクル R が露光光 I L の照明領域上に移動する。その後、図 4 に示すように、ウエハステージ W S T は定盤 1 3 上で例えば + Y 方向に待避し、計測用ステージ 1 4 が投影光学系 P L による露光領域 1 2 に向かって移動する。その後、計測用ステージ 1 4 上の照射量モニタ 1 8 の受光面が露光領域 1 2 を覆う位置で計測用ステージ 1 4 が停止し、この状態で照射量モニタ 1 8 を介して露光光 I L の光量が計測される。

【0042】主制御系 1 0 では、その計測された光量を結像特性演算系 1 1 に供給する。この際に、例えば照明系 1 内で露光光 I L から分岐して得られる光束を検出して得られる計測値も結像特性演算系 1 1 に供給されており、結像特性演算系 1 1 では、2 つの計測値に基づいて、照明系 1 内でモニタされる光量から投影光学系 P L に入射する光量を間接的に演算するための係数を算出して記憶する。この間に、ウエハステージ W S T にはウエハ W がロードされる。その後、図 2 に示すように、計測用ステージ 1 4 は露光領域 1 2 から離れた位置に待避し、ウエハステージ W S T 上のウエハ W の中心が投影光学系 P L の光軸 A X (露光領域 1 2 の中心) 付近に位置するように、ウエハステージ W S T の移動が行われる。ウエハステージ W S T が待避中であるときには、図 4 に

示すように、レーザ干渉計 15Y、15X1、15X2 からのレーザビームは照射されないため、例えば平面モータをオープンループ方式で駆動することによって位置制御が行われている。

【0043】その後、計測用ステージ 14 が露光領域 12 から待避して、ウエハステージ WST にレーザ干渉計 15Y、15X1、15X2 からのレーザビームが照射されるようになった時点で、ウエハステージ WST の位置はそれらのレーザ干渉計の計測値に基づいて制御されるようになる。その後、レチクル R の上方の不図示のレチクルアライメント顕微鏡を用いて、レチクル R 上の所定のアライメントマークと、図 2 の基準マーク部材 17 上の所定の基準マークとの位置ずれ量を所定の目標値にするように、レチクルステージ RST を駆動することによって、レチクル R のアライメントが行われる。これとほぼ同時に、その基準マーク部材 17 上の別の基準マークの位置を図 1 のアライメントセンサ 16 で検出することによって、ウエハステージ WST のレチクル R の投影像に対する位置関係（ベースライン量）が正確に検出される。

【0044】次に、アライメントセンサ 16 を介してウエハ W 上の所定のショット領域（サンプルショット）に付設されたウエハマークの位置を検出することによって、ウエハ W の各ショット領域の配列座標が求められる。その後、その配列座標、及びアライメントセンサ 16 の既知のベースライン量に基づいて、ウエハ W の露光対象のショット領域とレチクル R のパターン像との位置合わせを行いながら、走査露光が行われる。

【0045】走査露光時には、図 1 において、露光光 IL の照明領域 9（図 3 参照）に対して、レチクルステージ RST を介してレチクル R が +Y 方向（又は -Y 方向）に速度 VR で走査されるのに同期して、露光領域 12 に対してウエハステージ WST を介してウエハ W が -X 方向（又は +X 方向）に速度 $\beta \cdot VR$ （ β は投影倍率）で走査される。走査方向が逆であるのは、投影光学系 PL が反転像を投影することによる。そして、1 つのショット領域への露光が終了すると、ウエハステージ WST のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域への露光が順次行われる。この走査露光中には、図 2 及び図 3 に示すように、ウエハステージ側の計測用ステージ 14、及びレチクルステージ側の計測用ステージ 5 はそれぞれ露光領域外に待避している。

【0046】また、露光中には、例えば照明系 1 内で露光光 IL から分岐した光束の光量が常時計測されて結像特性演算系 11 に供給され、結像特性演算系 11 では、供給される光量の計測値、及び予め求めてある係数に基づいて投影光学系 PL に入射する露光光 IL の光量を算出し、露光光 IL の吸収によって発生する投影光学系 P

L の結像特性（投影倍率、ディストーション等）の変化量を計算し、この計算結果を主制御系 10 に供給する。主制御系 10 では、例えば投影光学系 PL 内の所定のレンズを駆動することによって、その結像特性の補正を行う。

【0047】以上が、通常の露光であるが、本例の投影露光装置のメンテナンス等で装置状態を計測するときには、計測用ステージ 14 を露光領域 12 側に移動して計測を行う。例えば、露光領域 12 内の照度均一性を測定するときは、レチクル R をレチクルステージ RST から除いた後、図 4 において、照度むらセンサ 19 を露光領域 12 内で X 方向、Y 方向に微動しながら照度分布を計測する。この際に、計測用ステージ 14 の位置をより正確に求める必要があれば、ウエハステージ WST と同様に基準マーク部材 17 に相当する基準マーク部材を計測用ステージ 14 上に設け、アライメントセンサ 16 でその基準マーク部材内の基準マークの位置を測定するようにしてもよい。

【0048】次に、レチクルステージ側の計測用ステージ 5、及びウエハステージ側の計測用ステージ 14 を用いて、投影光学系 PL の結像測定を測定する動作につき説明する。この場合、図 3 において、レチクルステージ RST は +Y 方向に待避して、計測用ステージ 5 上の基準板 6 が照明領域 9 内に移動する。このとき、計測用ステージ 5 には非走査方向のレーザ干渉計 7X1、7X2 からのレーザビームも照射されるようになるため、レーザ干渉計 8Y、7X1、7X2 の計測値に基づいて計測用ステージ 5 の位置は高精度に位置決めできる。

【0049】このときに、既に説明したように、ウエハステージ側には複数の指標マーク IM の像が投影光学系 PL を介して投影される。この状態で、図 4 において、計測用ステージ 14 を駆動して、測定板 20 上のスリットでその指標マーク IM の像を X 方向、Y 方向に走査し、測定板 20 の底部の光電センサの検出信号を結像特性演算系 11 で処理することによって、それらの像の位置、及びコントラストが求められる。また、測定板 20 のフォーカス位置を所定量ずつ変えながら、それらの像の位置、及びコントラストが求められる。これらの測定結果より、結像特性演算系 11 は、投影光学系 PL の投影像のベストフォーカス位置、像面湾曲、ディストーション（倍率誤差を含む）といった結像特性の変動量を求める。この変動量は主制御系 10 に供給され、その変動量が許容範囲を超える場合には、主制御系 10 は投影光学系 PL の結像特性を補正する。

【0050】上記の実施の形態では、図 2 に示すように、ウエハステージ WST 及び計測用ステージ 14 は、それぞれ定盤 13 上で平面モータによって駆動されている。しかしながら、1 次元モータの組み合わせによってウエハステージ WST 及び計測用ステージ 14 を 2 次元的に駆動する構成も可能である。そこで、次に、ウエハ

ステージ、及び計測用ステージをそれぞれ 1 次元モータを組み合わせた機構で駆動する第 2 の実施の形態につき、図 5 を参照して説明する。本例も、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用したものであり、図 5 において図 1 及び図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0051】図 5 (a) は本例の投影露光装置のウエハステージ側を示す平面図、図 5 (b) はその正面図であり、図 5 (a)、(b) において、定盤 33 の上面に X 方向に沿って平行に 2 本の X 軸リニアガイド 34 A 及び 34 B が設置され、X 軸リニアガイド 34 A 及び 34 B を連結するように、Y 方向（走査方向）に細長い Y 軸リニアガイド 32 が設置されている。Y 軸リニアガイド 32 は、不図示のリニアモータによって X 軸リニアガイド 34 A、34 B に沿って X 方向に駆動される。

【0052】また、Y 軸リニアガイド 32 に沿ってそれぞれ Y 方向に移動自在に、且つ互いに独立にウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 が配置され、ウエハステージ 31 上に不図示のウエハホルダを介してウエハ W が吸着保持され、計測用ステージ 35 上には照射量モニタ 18、照度むらセンサ 19、及び測定板 20 が固定され、測定板 20 の底部には光電センサが組み込まれている。この場合、ウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 の底面はそれぞれエアベアリングを介して定盤 33 上に載置され、ウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 はそれぞれ独立に不図示のリニアモータを介して Y 軸リニアガイド 32 に沿って Y 方向に駆動される。即ち、ウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 はそれぞれ独立に Y 軸リニアガイド 32、及び X 軸リニアガイド 34 A、34 B に沿って 2 次元的に駆動される。そして、本例においても、図 3 のレチクルステージ側のレーザ干渉計 7 Y、7 X1、7 X2、8 Y と同様な 4 軸のレーザ干渉計によって、ウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 の 2 次元的な位置が計測され、この計測結果に基づいてウエハステージ 31、及び計測用ステージ 35 の位置や駆動速度が制御されている。その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

【0053】本例において、露光光の照射エネルギー、又は投影光学系の結像特性を計測する際には、露光光による露光領域に対して -Y 方向に離れた位置にウエハステージ 31 が待避して、その露光領域に計測用ステージ 35 が移動する。一方、露光時には、露光光による露光領域に対して +Y 方向に離れた位置に計測用ステージ 35 が待避する。その後、ウエハステージ 31 を X 方向、Y 方向にステップングさせて、ウエハ W 上の露光対象のショット領域を露光領域に対する走査開始位置に移動した後、ウエハステージ 31 を Y 軸リニアガイド 32 に沿って Y 方向に定速移動することによって、当該ショット領域への走査露光が行われる。

【0054】上述のように本例によれば、Y 軸リニアガ

イド 32 に沿って計測用ステージ 35 がウエハステージ 31 とは独立に配置されている。この構成によって、より高いステージの制御精度が要求される走査方向（Y 方向）の駆動では、計測用ステージ 35 を駆動する必要がないと共に、ウエハステージ 31 は小型化、軽量化されているため、走査速度が向上でき、走査露光時の同期精度等も向上している。一方、非走査方向（X 方向）に対しては計測用ステージ 35 も同時に駆動されるため、駆動機構に対する負荷は大きくなる。しかしながら、非走査方向では走査方向に比べてそれ程高い制御精度が要求されないため、そのような負荷の増加の影響は小さい。更に、発熱源としての計測用ステージ 35 がウエハステージ 31 から分離されているため、ウエハステージ 31 の位置決め精度等の低下が防止されている。

【0055】なお、本例において、図 5 (a)、(b) に 2 点鎖線で示すように Y 軸リニアガイド 32 と並列に第 2 の Y 軸リニアガイド 36 を X 方向に移動自在に配置し、この Y 軸リニアガイド 32 に計測用ステージ 35 を Y 方向に移動自在に配置してもよい。これによって、ウエハステージ 31 を X 方向へ駆動する際の制御精度も向上する。

【0056】また、上記の第 1 の実施の形態では、図 3 に示すように、同一のガイド 4 A、4 B に沿ってレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が配置されているが、図 2 のウエハステージ側のようにレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が独立に 2 次元的に動けるようにしてもよい。更に、上記の実施の形態では、ウエハ W が載置されるウエハステージ W S T、31 はそれぞれ 1 つ設けられているが、ウエハ W が載置されるウエハステージを複数個設けても良い。この場合、1 つのウエハステージで露光を行い、他方のウエハステージでアライメント用の計測、あるいはウエハ交換を行う方法を使用することもできる。同様に、レチクルステージ側にもレチクル R が載置される複数のレチクルステージを設け、これら複数のレチクルステージに異なるレチクルを載置して、これらのレチクルを順次ウエハ上の同一のショット領域に露光条件（フォーカス位置、露光量、照明条件等）を変えて露光するようにしてもよい。

【0057】次に、本発明の第 3 の実施の形態につき図 6 及び図 7 を参照して説明する。本例は、ウエハステージに設けられた計測装置を冷却する冷却装置を設けたものであり、図 6 及び図 7 において図 1 及び図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。図 6 は、本例の投影露光装置を示し、この図 6 において、投影光学系 P L による露光領域 12 側にウエハ W が配置され、ウエハ W は不図示のウエハホルダを介してウエハステージ 41 上に保持され、ウエハステージ 41 は定盤 13 上に例えば平面モータによって X 方向、Y 方向に駆動されるように載置されている。不図示であるがウエハステージ 41 内にはウエハ W のフォーカス位置、及

び傾斜角を制御する機構も組み込まれている。更に、ウエハステージ 4 1 にはウエハ W を囲むように露光光 I L や結像特性の計測機構が組み込まれている。

【0058】図 7 は、図 6 のウエハステージ 4 1 の平面図を示し、この図 7 において、ウエハ W (ウエハホルダ) の近傍には、基準マーク部材 1 7、照射量モニタ 1 8、照度むらセンサ 1 9、スリット 2 1 X、2 1 Y が形成された測定板 2 0 が配置されている。また、ウエハステージ 4 1 上で照射量モニタ 1 8 の近傍には、持ち運びできる基準照度計を設置するための凹部 4 7 が形成されてお

り、凹部 4 7 に基準照度計を設置して露光光 I L の入射エネルギーを計測することによって、異なる投影露光装置間の照度のマッチングを取れるようになっている。更に、ウエハステージ 4 1 上の一隅に平坦度等の基準となる基準平面が形成された基準部材 4 6 も固定されている。本例では、これらの計測機構の熱源を冷却するための冷却装置が設けられている。

【0059】即ち、図 6 に一部を切り欠いて示すように、測定板 2 0 のスリット 2 1 Y の底部に集光レンズ 4 2、及び光電センサ 4 3 が配置され、不図示であるが光電センサ 4 3 にはアンプ等も接続されている。そこで、ウエハステージ 4 1 の内部に光電センサ 4 3 の近傍を通過するように冷却管 4 4 が設置され、冷却管 4 4 には大きな可撓性を有する配管 4 5 A を介して、外部の冷却装置より低温の液体よりなる冷媒が供給され、配管 4 5 A 内を通過した冷媒は大きな可撓性を有する配管 4 5 B を介してその冷却装置に戻されている。また、その冷却管 4 4 は、図 7 の照射量モニタ 1 8、照度むらセンサ 1 9 の近傍、並びに基準照度計用の凹部 4 7、基準マーク部材 1 7、基準部材 4 6 の底部をも通過している。本例では、これらの計測装置のアンプ等の熱源からの熱エネルギーが冷却管 4 4 内の冷媒を介して排出されるため、その熱エネルギーによってウエハ W の位置決め精度等が悪化することがない。また、露光光 I L の入射エネルギー等の計測時に、照射量モニタ 1 8 や照度むらセンサ 1 9 に露光光 I L が照射された場合でも、その照射エネルギーは冷却管 4 4 内の冷媒を介して排出されるため、その照射エネルギーによってウエハ W の位置決め精度等が悪化することがない。

【0060】なお、本例では液体よりなる冷媒を使用して計測装置を冷却しているが、例えば空調用の空気等をそれらの計測装置の近傍に集中的に送風して冷却を行ってもよい。次に、本発明の第 4 の実施の形態につき図 8 を参照して説明する。本例は、ウエハステージ上でウエハの配置領域 (第 1 のステージ) と計測装置の配置領域 (第 2 のステージ) との間に断熱部材を設けたものであり、図 8 において図 7 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0061】図 8 は、図 7 のウエハステージ 4 1 と同様

4 1 A を示し、この図 8 において、ウエハステージ 4 1 A の上部は、熱伝導率の低い材料よりなる断熱板 4 8 によって、計測装置設置領域 4 1 A a と、それ以外の領域とに分かれている。熱伝導率の低い材料としては、ステンレススチール、鉄、黄銅等の金属、セラミックス、又はガラス等が使用できる。そして、後者の領域上にウエハホルダ (不図示) を介してウエハ W が載置されると共に、位置基準となる基準マーク部材 1 7 が設置され、前者の計測装置設置領域 4 1 A a 内に、位置基準となるマークが形成された基準マーク部材 1 7 A、照射量モニタ 1 8、照度むらセンサ 1 9、基準平面を有する基準部材 4 6、及びスリットが形成された測定板 2 0 が配置されている。更に、計測装置設置領域 4 1 A a 上には、基準照度計を設置するための凹部 4 7 が形成されている。

【0062】本例においても、露光光や結像特性の計測時に計測装置設置領域 4 1 A a 内の計測装置が使用されるが、これらの計測装置のアンプ等で発生する熱エネルギーは断熱板 4 8 によってウエハ W 側には拡散しにくい。同様に、計測時に露光光によって与えられる照射エネルギーも断熱板 4 8 によってウエハ W 側には拡散しにくい利点がある。

【0063】なお、例えば図 2 に示すように、ウエハステージ W S T と計測用ステージ 1 4 とが分離している構成でも、ウエハステージ W S T と計測用ステージ 1 4 との間の空調された空気を断熱部材とみなすことができる。また、レチクルステージ側でも、レチクルが載置される領域と、計測装置が設置される領域との間に断熱部材を配置するようにしてもよい。

【0064】また、上記の実施の形態は本発明をステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に適用したものであるが、本発明は一括露光型の投影露光装置 (ステッパー) にも適用できると共に、投影光学系を使用しないプロキシミティ方式の露光装置にも適用できる。また、露光装置のみならず、ウエハ等を位置決めするためのステージを使用する検査装置、又はリペア装置等に用いてもよい。

【0065】このように、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0066】

【発明の効果】本発明の第 1、又は第 2 の露光装置によれば、マスク又は基板を移動するための第 1 のステージに対して計測装置を備えた第 2 のステージが独立に設けられているため、それぞれ露光ビーム (露光光) の状態、又は投影光学系の結像特性を計測する機能を維持した状態で、マスク又は基板を位置決めするためのステージを小型化、軽量化できる利点がある。従って、これらのステージの制御性能を向上でき、露光工程のスループットも向上すると共に、計測装置を構成する光電セン

サ、又はアンプ等の熱源が露光用のステージから分離されることによって、重ね合わせ精度等が向上する。特に本発明をステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の露光装置に適用すると、走査速度の向上によってスループットが大きく向上するため、本発明の効果は特に大きい。

【0067】これらの場合、第2のステージは、第1のステージとは独立に移動自在に配置されているときには、その第1のステージを迅速に計測領域に移動できる。また、露光ビームが照射される位置（露光領域）と、露光ビームが照射されない位置（非露光領域）との間で第1のステージを移動させる制御装置を備えたときには、計測時に迅速にその第1のステージを待避できる。

【0068】また、露光ビームが照射される位置（露光領域）と、露光ビームが照射されない位置（非露光領域）との間で第2のステージを移動させる制御装置を備えたときには、露光時に迅速にその第2のステージを待避できる。また、第1のステージが露光ビームを照射される位置に有るときに、第2のステージを露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置を備えたときには、それら2つのステージを効率的に使い分けることができる。

【0069】次に、本発明の第3、又は第4の露光装置によれば、計測装置を冷却する冷却装置が備えられているため、露光ビームの状態、又は投影光学系の結像特性を計測する際の温度上昇の悪影響を軽減でき、位置決め精度や重ね合わせ精度が向上する利点がある。また、本発明の第5、又は第6の露光装置によれば、2つのステージの間に断熱部材が備えられているため、露光ビームの状態、又は投影光学系の結像特性を計測する際の温度上昇の悪影響を軽減でき、位置決め精度や重ね合わせ精度が向上する利点がある。

【0070】また、その断熱部材が熱伝導率の低い固体材料であるときには、それら2つのステージを一体として駆動できる一方、その断熱部材が温度調整された気体であるときには、第1のステージの小型化の効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の投影露光装置を示す概略構成図である。

【図2】図1のウエハステージWST、及び計測用ステージ14を示す平面図である。

【図3】図1のレチクルステージRST、及び計測用ステージ5を示す平面図である。

【図4】その第1の実施の形態において、計測用ステージ14を用いて露光光の状態等を計測する場合の説明に供する平面図である。

【図5】(a)は本発明の第2の実施の形態の投影露光装置のウエハステージ、及び計測用ステージを示す平面図、(b)は図5(a)の正面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態の投影露光装置を示す一部を切り欠いた概略構成図である。

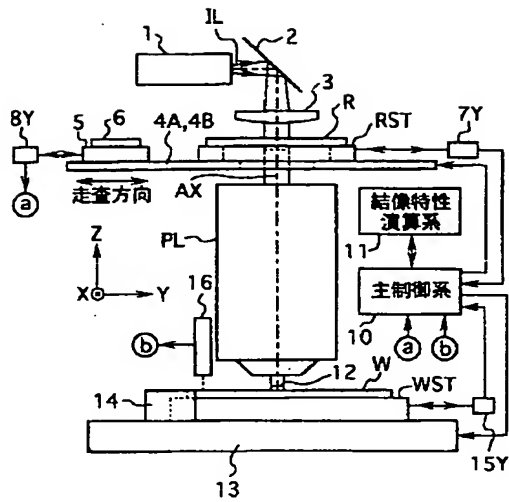
【図7】図6の投影露光装置のウエハステージを示す平面図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態の投影露光装置のウエハステージを示す平面図である。

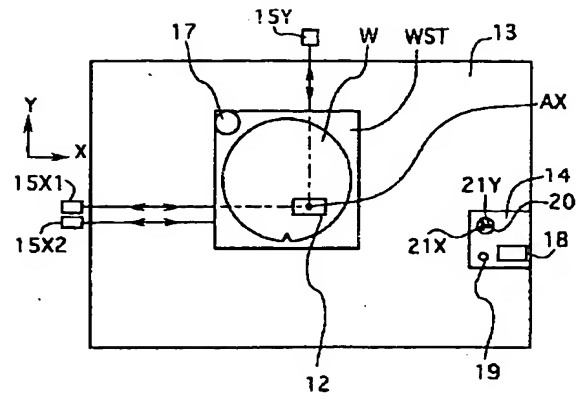
【符号の説明】

- R レチクル
- RST レチクルステージ
- 4A, 4B ガイド
- 5 レチクルステージ側の計測用ステージ
- 6 基準板
- PL 投影光学系
- W ウエハ
- WST, 31, 41, 41A ウエハステージ
- 10 主制御系
- 11 結像特性演算系
- 13 定盤
- 14, 35 ウエハステージ側の計測用ステージ
- 17 基準マーク部材
- 18 照射量モニタ
- 19 照度むらセンサ
- 20 測定板
- 32 Y軸リニアガイド
- 33 定盤
- 34A, 34B X軸リニアガイド
- 48 断熱板

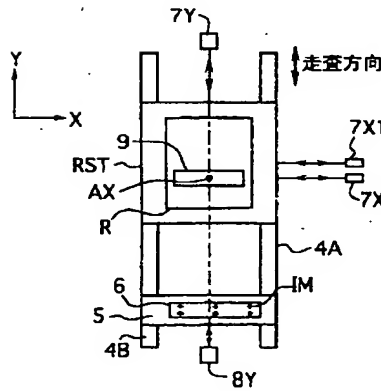
【図 1】



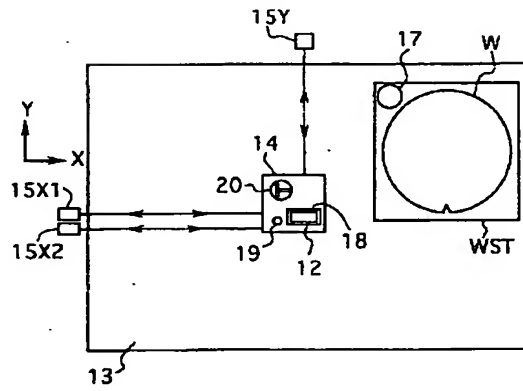
【図 2】



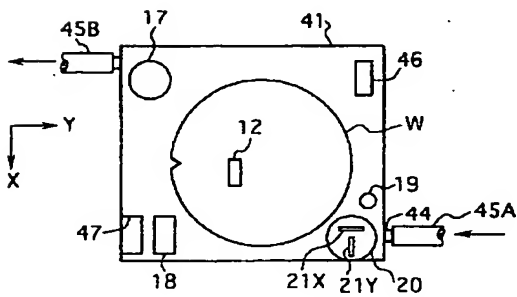
【図 3】



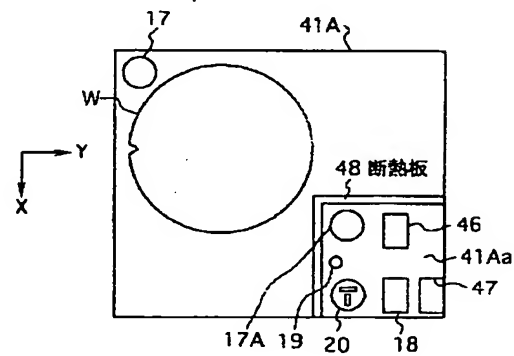
【図 4】



【図 7】



【図 8】



【图 6】

